

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Junliang LI et al.

Group Art Unit: Not Assigned

Application No.: 09/123,352

Examiner: Not Assigned

Filed: July 28, 1998

Docket No.: 100869

For: PLASMA GENERATION APPARATUS

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 9-204480 filed July 30, 1997.

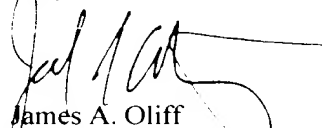
In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

 X is filed herewith.

 was filed on in Parent Application No. filed .

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,


James A. Oliff
Registration No. 27,075

Joel S. Armstrong
Registration No. 36,430

JAO:CLC/jca

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

<p>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry: Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1997年 7月30日

出 願 番 号

Application Number:

平成 9年特許願第204480号

出 願 人

Applicant (s):

国際電気株式会社
佐藤 徳芳

1998年 8月21日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志

出証番号 出証特平10-3066391

【書類名】 特許願

【整理番号】 1970688

【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特
許出願

【提出日】 平成 9年 7月30日

【あて先】 特許庁長官 荒井 寿光 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 プラズマ生成装置

【請求項の数】 3

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際電気株式
 会社内

 【氏名】 李 雲龍

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区花壇4番17-110

 【氏名】 佐藤 徳芳

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山6丁目5-10-201

 【氏名】 飯塚 哲

【特許出願人】

 【識別番号】 000001122

 【氏名又は名称】 国際電気株式会社

【特許出願人】

 【識別番号】 590000891

 【氏名又は名称】 佐藤 徳芳

【代理人】

 【識別番号】 100090136

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 油井 透

【選任した代理人】

【識別番号】 100091362

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿仁屋 節雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013653

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602379

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部にプラズマ生成領域が設定される真空容器と、
前記プラズマ生成領域に放電用のガスを導入するガス導入手段と、
前記プラズマ生成領域に存在する雰囲気ガスを排出する排気手段と、
前記プラズマ生成領域を囲むように配設された円筒形の放電用電極と、
互いに平行にかつ対向するように配設される2つの平板電極を有し、この2つの平板電極が前記放電用電極の中心軸に対し垂直にかつ前記プラズマ生成領域を挟むように配設される平行平板電極と、

前記プラズマ生成領域に、前記平行平板電極と交叉することなく、かつ、前記放電用電極の中心軸に近づく程この中心軸にほぼ平行な部分の長さが長くなるような磁力線を形成する磁力線形成手段と、

前記放電用電極に対し、前記ガス導入手段により前記プラズマ生成領域に導入されたガスを放電させるための高周波電力を供給する第1の高周波電力供給手段と、

前記平行平板電極に対し、前記磁力線形成手段により形成された磁力線にトラップされている電子を前記放電用電極の中心軸にほぼ平行な方向に往復運動させるための高周波電力を供給する第2の高周波電力供給手段と、

前記第1、第2の高周波電力供給手段からそれぞれ前記放電用電極と前記平行平板電極とに供給される高周波電力の大きさを制御する制御手段と

を備えたことを特徴とするプラズマ生成装置。

【請求項2】 前記制御手段が、前記放電用電極に供給される高周波電力の大きさと前記平行平板電極に供給される高周波電力の大きさとを制御する場合、両者の比が常に予め定めた比となるように制御することを特徴とする請求項1記載のプラズマ生成装置。

【請求項3】 前記放電用電極と前記平行平板電極との前記放電用電極の中心軸方向の距離を調整する距離調整手段をさらに有することを特徴とする請求項1記載のプラズマ生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、変形マグネトロン高周波放電型のプラズマ生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、半導体デバイスや液晶表示デバイスといった固体デバイスを製造するためには、この固体デバイスの基板（半導体デバイスのウェーハ、液晶デバイスガラス基板等）の表面に所定の処理を施す表面処理装置が必要になる。

【0003】

この表面処理装置としては、基板の表面をドライエッチングするドライエッチング装置や化学反応によって基板の表面に所定の薄膜を形成するCVD（Chemical Vapor Deposition）装置等がある。

【0004】

これらの表面処理装置としては、プラズマを使って基板の表面に所定の処理を施すプラズマ処理装置が知られている。このプラズマ処理装置を実現するためには、プラズマを生成するプラズマ生成装置が必要になる。

【0005】

このプラズマ生成装置としては、従来、マグネトロン高周波放電型のプラズマ生成装置が知られている。このプラズマ生成装置は、電場と磁場との相互作用によりプラズマを生成するものである。

【0006】

このマグネトロン高周波放電型のプラズマ生成装置としては、従来、下記の文献1、2に記載されるような変形マグネトロン高周波放電型のプラズマ生成装置が知られている。

文献1：特開平7-201831号

文献2：Plasma Sources Sci. Technol. 5（1996）241

・ 【0007】

文献1に記載されたプラズマ生成装置は、円筒形の放電用電極によって形成される電場とリング状の永久磁石によって形成される磁場との相互作用によりプラズマを生成するものである。

【0008】

文献2に記載されたプラズマ生成装置は、文献1に記載された装置にさらに平行平板電極を付加し、この平行平板電極の一方の電位を高周波共振回路をによって振動させることによりプラズマを生成するようになっている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、文献1、2に記載されたプラズマ生成装置では、近年要望されているプラズマ生成条件を満たすことができないという問題があった。

【0010】

すなわち、プラズマ生成装置においては、近年、次のような3つのプラズマ生成条件1、2、3が要求されている。

【0011】

(1) プラズマ生成条件1

近年、プラズマ処理装置のプラズマ生成に用いられるプラズマ生成装置では、基板サイズ的大型化に伴って、広い範囲に亘って密度分布が均一なプラズマを生成することが求められている。

【0012】

(2) プラズマ生成条件2

また、このプラズマ生成装置では、表面処理の処理速度の向上要求に伴って、密度の高いプラズマを生成することが求められている。

【0013】

(3) プラズマ生成条件3

さらに、このプラズマ生成装置では、固体デバイスの微細化に伴って、低いガス圧力でプラズマを生成することが求められている。

【0014】

すなわち、固体デバイスが微細化されると、基板に対するイオンの入射方向の高精度化が求められる。基板に対するイオンの入射方向は、ガスの圧力が高いと、プラズマ中のイオンが基板前面のシース電圧により加速されながら基板に入射する際、途中で中性ガスと衝突を起こすため、乱れてしまう。したがって、基板に入射するイオンの入射方向を高精度化するためには、プラズマを低いガス圧力の下で生成しなければならない。

【0015】

なお、低いガス圧力とは、表面処理の種類によって異なるが、一般的には、30 mTorr以下と考えられる。ちなみに、半導体デバイスのウェーハのドライエッチング処理の場合は、10 mTorr程度のガス圧力での処理が望まれる。

【0016】

しかしながら、文献1記載のプラズマ生成装置では、プラズマ生成条件2を満たすことができないという問題があった。

【0017】

すなわち、この文献1記載のプラズマ生成装置では、プラズマは、主に、円筒形の放電用電極の表面で生成される。これにより、このプラズマ生成装置では、放電用電極の径方向の周辺部ではプラズマ密度が高く、中心部ではプラズマ密度が低くなる。

【0018】

このようなプラズマ生成装置を使ってプラズマ処理装置を実現する場合、プラズマ密度の均一な場所で表面処理を行うためには、サセプタ（処理すべき基板が載置される載置台）を放電用電極からその軸方向にかなり離れた場所に設置する必要がある。

【0019】

しかしながら、上述したプラズマ生成装置では、放電用電極からその軸方向に離れるに従い、プラズマの拡散損失のため、プラズマ密度が低下する。これにより、サセプタを放電用電極からその軸方向にかなり離れた場所に設置すると、プ

ラズマ密度の均一な場所で表面処理を行うことができるものの、プラズマ密度の高い場所で表面処理を行うことができない。その結果、この場合は、表面処理の処理速度が遅くなる。

【0020】

次に、文献2記載のプラズマ生成装置では、プラズマ生成条件1, 2を満たすことができないという問題があった。

【0021】

すなわち、この文献2記載のプラズマ生成装置では、これを使ってプラズマ処理装置を実現した場合、サセプタとリング状の永久磁石との軸距離が近くなるため、サセプタの中心部において、永久磁石によって形成された磁力線がサセプタ面と垂直に交叉する。

【0022】

これにより、このプラズマ生成装置では、サセプタの中央部において、磁力線上にトラップされている高エネルギー電子がサセプタに入ってしまい、その部分のプラズマ生成効率が低下する。その結果、このプラズマ生成装置では、サセプタの中央部のプラズマ密度が低下し、サセプタの周辺部から中央部にかけての広い範囲に亘ってプラズマ密度を均一にすることができない。

【0023】

また、この文献2記載のプラズマ生成装置では、円筒形の放電用電極に供給される高周波電力の大きさと平行平板電極に供給される高周波電力の大きさを制御することができない。これにより、このプラズマ生成装置では、放電用電極の半径方向におけるプラズマの密度分布を制御することができないとともに、高いプラズマ密度を設定することができない。

【0024】

本発明は、上記の事情に対処すべくなされたもので、ガスの圧力が低い場合でも、広い範囲に亘って高密度で密度分布が均一なプラズマを生成することができるプラズマ生成装置を提供することを目的とする。

【0025】

・【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために請求項1記載のプラズマ生成装置は、真空容器と、ガス導入手段と、排気手段と、放電用電極と、平行平板電極と、磁力線形成手段と、第1の高周波電力供給手段と、第2の高周波電力供給手段と、制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0026】

ここで、真空容器の内部にはプラズマ生成領域が設定される。ガス導入手段は、プラズマ生成領域に放電用のガスを導入する機能を有する。排気手段は、プラズマ生成領域に存在する雰囲気気を排出する機能を有する。

【0027】

放電用電極は、円筒形に形成され、プラズマ生成領域を囲むように配設されている。平行平板電極は、互いに平行にかつ対向するように配設される2つの平板電極を有する。この2つの平板電極は放電用電極の中心軸に対し垂直にかつプラズマ生成領域を挟むように配設されている。磁力線形成手段は、プラズマ生成領域に、平行平板電極と交叉することなく、かつ、放電用電極の中心軸に近づく程この中心軸とほぼ並行な部分の長さが長くなるような磁力線を形成する機能を有する。

【0028】

第1の高周波電力供給手段は、放電用電極に対し、ガス導入手段によりプラズマ生成領域に導入されたガスを放電させるための高周波電力を供給する機能を有する。第2の高周波電力供給手段は、平行平板電極に対し、磁力線形成手段により形成された磁力線にトラップされている電子を放電用電極の中心軸に平行な方向に往復運動させるための高周波電力を供給する機能を有する。

【0029】

制御手段は、第1、第2の高周波電力形成手段からそれぞれ放電用電極と平行平板電極とに供給される高周波電力の大きさを制御する機能を有する。

【0030】

この請求項1記載のプラズマ生成装置では、放電用電極に第1の高周波電力供給手段から高周波電力が供給されることにより、プラズマ生成領域に高周波電場

が形成される。この高周波電場と磁力線形成手段によりプラズマ生成領域に形成される磁場との相互作用によりプラズマ生成領域にプラズマが形成される。このプラズマの密度は、円筒形の放電用電極の内側の表面の近傍程高くなる。

【0031】

また、第2の高周波電力供給手段から平行平板電極に高周波電力が供給されることにより、プラズマ生成領域に放電用電極の中心軸方向に向かう高周波電場が形成される。この高周波電場と磁力線形成手段によりプラズマ生成領域に形成される磁場との相互作用によりプラズマ生成領域にプラズマが生成される。このプラズマの密度は、放電用電極の中心軸に近づく程高くなる。

【0032】

放電用電極と磁力線形成手段とにより生成されたプラズマの密度は、放電電極に供給される高周波電力の大きさに依存する。この高周波電力の大きさは、制御手段により制御される。

【0033】

同様に、平行平板電極と磁力線形成手段とにより形成されるプラズマの密度は、平行平板電極に供給される高周波電力の大きさに依存する。この高周波電力の大きさは制御手段により制御される。

【0034】

上述した2つの高周波電力の大きさの制御により、上述した2つのプラズマの密度を制御することができるとともに、放電用電極の半径方向のプラズマ密度の分布を制御することができる。

【0035】

また、平行平板電極と磁力線形成手段とにより生成されるプラズマの密度は、磁力線形成手段により形成された磁力線の平行平板電極に対する交叉の程度に依存する。請求項1記載の装置では、この磁力線は、平行平板電極を交叉しないように設定されている。これにより、この装置では、プラズマ生成領域の中央部でのプラズマ密度を高めることができる。

【0036】

以上から、請求項1記載の装置では、ガスの圧力が低い場合であっても、広い

範囲に亘って高密度でかつ密度分布が均一なプラズマを生成することができる。

【0037】

請求項2記載のプラズマ生成装置では、請求項1記載の装置において、制御手段が、放電用電極と平行平板電極に供給される高周波電力の大きさを制御する場合、両者の比が常に予め定めた比となるように制御することを特徴とする。

【0038】

この請求項2記載のプラズマ生成装置では、一方の高周波電力を変更すると、他方の高周波電力が両者の比が予め定めた比となるように自動的に変更される。これにより、高周波電力の大きさを変更する場合の作業者の負担を軽減することができる。

【0039】

請求項3記載のプラズマ生成装置は、請求項1記載の装置において、放電用電極と平行平板電極との放電用電極の中心軸方向の距離を調整可能な距離調整手段を設けるようにしたものである。

【0040】

この請求項3記載のプラズマ生成装置では、距離調整手段により放電用電極と平行平板電極との距離を調整することにより、磁力線形成手段により形成された磁力線と平行平板電極との交叉の程度を調整することができる。これにより、例えば、何らかの理由で平行平板電極に供給される高周波電力の大きさを制御するだけでは、この平行平板電極と磁力線形成手段とにより形成されるプラズマの密度を制御しきれないような場合に容易に対処することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0042】

図1は、本発明の第1の実施の形態の構成を示す側断面図である。

【0043】

図示のプラズマ生成装置は、内部にプラズマ生成領域Rが設定される真空容器

11と、プラズマ生成領域Rに放電用のガスを導入するガス導入部12と、プラズマ生成領域Rに存在する雰囲気気を排出する排気部13とを有する。

【0044】

また、このプラズマ生成装置は、プラズマ生成領域Rを囲むように配設される円筒形の放電用電極14と、平行平板電極をなす2つの平板電極15、16を有する。平板電極15、16は、互いに平行にかつ対向するように配設されている。また、これらは、放電用電極14の中心軸Xに対し垂直にかつプラズマ生成領域Rを挟むように配設されている。

【0045】

また、このプラズマ生成装置は、プラズマ生成領域Rに磁力線Bを形成する2つの永久磁石17、18を有する。この永久磁石17、18は、リング状に形成され、放電用電極14を囲むようにこの放電用電極14と同軸的に配設されている。また、この永久磁石17、18は、放電用電極14の中心軸X方向に所定間隔離れるように配設されている。さらに、この永久磁石は、隣り合う磁極の極性が互いに逆になるように半径方向に着磁されている。

【0046】

これにより、この永久磁石17、18により形成される磁力線Bは、放電用電極14側からこの電極14の中心軸X側に向かって延在した後、この中心軸Xに沿って延在し、その後、放電用電極14に戻るようなものとなる。

【0047】

この場合、磁力線Bは、永久磁石17、18の各部から出力される磁力線Bの相互作用により、原理的には、最高でも放電用電極14の中心軸X上で折り返す。また、この磁力線Bのうち、放電用電極14の中心軸Xに平行な部分の長さは、上記相互作用により放電用電極14の中心軸Xに近づく程長くなる。

【0048】

また、このプラズマ生成装置は、放電用電極14に対し、ガス導入部12によりプラズマ生成領域Rに導入されたガスを放電させるための高周波電力を供給する第1の高周波発振器19と、この高周波発振器19と放電用電極14との整合をとる整合回路20とを有する。

・ 【0049】

また、このプラズマ生成装置は、平板電極15に高周波電力を供給するための高周波発振器21と、この高周波発振器21と平板電極15との整合をとる整合回路22と、平板電極15に供給される高周波電力から直流成分を除去するブロッキングコンデンサ23とを有する。

【0050】

また、このプラズマ生成装置は、プラズマ生成領域Rに形成された高周波電場を遮蔽するための遮蔽部24を有する。この遮蔽部24は、プラズマ生成領域Rを閉じるように平板電極15の周囲に配設されている。

【0051】

この遮蔽部24は、例えば、2枚の金属遮蔽板からなる。この2枚の金属遮蔽板は、放電用電極の中心軸X方向に所定間隔離すように平行に配設されている。各金属遮蔽板には、プラズマ生成領域Rの雰囲気を排出するための排気孔が形成されている。各金属遮蔽板に形成された排気孔は、部分的に重なることがあっても全体的に重なることがないように設定されている。

【0052】

また、このプラズマ生成装置は、例えば、作業者の操作に従って高周波発振器19、21から出力される高周波電力の大きさを制御する制御部25を有する。この場合、制御部25は、高周波発振器19から出力される高周波電力と高周波発振器21から出力される高周波電力との大きさを制御する場合、両者の比が常に予め定めた比となるように制御する。これにより、作業者により、一方の高周波電力の大きさが指定されると、他方の高周波電力の大きさが予め定めた比に従って自動的に補正される。なお、予め定めた比としては、例えば、プラズマ生成領域Rの周辺部（サセプタの周辺部に対応）から中心部（サセプタの中央部に対応）に亘って密度分布が均一なプラズマを生成することができるような比が用いられる。

【0053】

上記真空容器11は、例えば、中心軸が垂直方向を向くように配設されている。また、この真空容器11は、上側容器111と、下側容器112と、放電用電

極14とにより構成されている。上側容器111は、上端部が閉塞され、下端部が開口されている。下側容器112は、逆に、上端部が開口され、下端部が閉塞されている。これらは、放電用電極14を介して連結されている。この場合、放電用電極14は、絶縁体26、27を介して容器111、112と絶縁されている。容器111と容器112は、接地されている。

【0054】

上記ガス導入部12は、上側容器111の上面に形成されている。上記排気部13は、下側容器112の下面に形成されている。

【0055】

上記平板電極15は、図示のプラズマ生成装置を用いて表面処理装置を実現する場合は、例えば、処理すべき基板が載置されるサセプタとして利用される。

【0056】

上記平板電極16は、絶縁体28を介して上側容器111と絶縁されている。この平板電極16は、ガス導入部12を介して導入された放電用のガスをプラズマ生成領域Rに分散させるためのシャワー板として利用されている。このため、この平板電極16には、ガス導入部12により導入されたガスをプラズマ生成領域Rに分散させるための複数の分散孔29が形成されている。

【0057】

上記構成において、プラズマ生成動作を説明する。

【0058】

プラズマを生成する場合、ガス導入部12を介して真空容器11の内部に放電用ガスが導入される。この放電用ガスは、平板電極16に形成されたガス分散孔29を介してプラズマ生成領域Rに分散される。また、この場合、プラズマ生成領域Rに存在する雰囲気ガスが遮蔽部24に形成された排気孔と排気部13とを介して排出される。また、この場合、放電用電極14に高周波発振器19から整合回路20を介して高周波電力が供給される。また、この場合、平板電極15に高周波発振器21から整合回路22とブロッキングコンデンサ23とを介して高周波電力が供給される。

【0059】

放電用電極14に高周波電力が供給されることにより、プラズマ生成領域Rに高周波電場が形成される。この高周波電場と永久磁石17、18によりプラズマ生成領域Rに形成される磁場との相互作用によりプラズマ生成領域Rにプラズマが形成される。以下、このプラズマを第1のプラズマという。

【0060】

すなわち、放電用電極14によってプラズマ生成領域Rに高周波電場が形成されることにより、プラズマ生成領域Rに導入されたガスが放電させられる。その結果、マグネトロン放電が起きる。このマグネトロン放電と永久磁石17、18により形成される磁場との相互作用により、プラズマ生成領域Rに第1のプラズマが生成される。

【0061】

この第1のプラズマの密度は、放電用電極14の中心軸から離れる程高くなる。言い換えれば、放電用電極14の内側の側面に近づく程高くなる。これは、放電用電極の内側の側面に近づく程放電用電極14により形成される電界と永久磁石17、18により形成される磁界とが強くなり、マグネトロン放電が活発になるからである。

【0062】

また、平板電極15に高周波電力が供給されることにより、この平板電極15の電位が変動する。これにより、プラズマ生成領域Rに放電用電極14の中心軸X方向の高周波電場が形成される。この高周波電場と永久磁石17、18によりプラズマ生成領域Rに形成される磁場との相互作用によりプラズマ生成領域Rにプラズマが生成される。以下、このプラズマを第2のプラズマという。

【0063】

すなわち、平板電極15によってプラズマ生成領域Rに放電用電極14の中心軸X方向の高周波電場が形成されると、永久磁石17、18により形成された磁力線B上にトラップされている電子が磁力線B上を放電用電極14の中心軸Xの方向とほぼ平行な方向に往復運動する。これにより、この電子が加熱される。その結果、新たな放電が起こり、第2のプラズマが生成される。

【0064】

この第2のプラズマの密度は、放電用電極14の中心軸Xに近づく程高くなる。これは、この中心軸Xに近づく程、磁力線Bのうち、この中心軸Xにほぼ平行な部分の長さが長くなり、電子が放電用電極14の軸方向に加速運動可能な距離が長くなるからである。

【0065】

第1のプラズマの密度は、高周波発振器19から出力される高周波電力の大きさに依存する。したがって、この高周波電力の大きさを制御することにより、第1のプラズマの密度を制御することができる。この高周波電力の大きさは、作業者の操作に従って制御部25により制御される。

【0066】

同様に、第2のプラズマの密度は、高周波発振器21から出力される高周波電力の大きさに依存する。したがって、この高周波電力の大きさを制御することにより第2のプラズマの密度を制御することができる。この高周波電力の大きさは、作業者の操作に従って制御部25により制御される。

【0067】

上述した2つの高周波電力の大きさの制御により、第1、第2のプラズマの密度を制御できるとともに、放電用電極14の半径方向のプラズマ密度の分布を制御することができる。これにより、ガスの圧力が低い場合であっても、プラズマ生成領域Rの周辺部から中央部に亘って全体的に高密度でかつ密度分布が均一なプラズマを生成することができる。

【0068】

なお、制御部25は、作業者により一方の高周波電力の大きさを指定されると、この高周波電力に対して指定された大きさを設定するとともに、他方の高周波電力の大きさを予め定めた電力比に従って補正する。これにより、作業者は他方の高周波電力の大きさを指定し直す必要がない。

【0069】

第2のプラズマの密度は、また、永久磁石17、18により形成される磁力線Bの平行平板電極に対する交叉の程度に依存する。本実施の形態では、磁力線B

は、この交叉が発生しないように設定されている。これにより、磁力線Bにトラップされている高エネルギー電子が平板電極15, 16に入るのを防止することができる。その結果、高エネルギー電子を効率的にトラップすることができるので、第2のプラズマの生成効率を高めることができる。これにより、ガスの圧力が低い場合であっても、プラズマ生成領域Rの中央部でのプラズマ密度を高めることができる。

【0070】

なお、本実施の形態では、平行平板電極を用いてプラズマを生成しているが、そのプラズマ生成機構は、通常の平行平板型のプラズマ生成装置におけるプラズマ生成機構とは異なる。

【0071】

すなわち、通常の平行平板型のプラズマ生成装置においては、プラズマは、主に、正イオンが平板電極シース電圧により加速された後、平板電極表面に衝突することにより出力される二次電子と、シース電圧の高周波変動による電子の加熱と、プラズマオーム抵抗による電子の加熱とにより生成される。

【0072】

このプラズマ生成機構では、ガスの圧力が高い場合（例えば、0.1 Torr 以上の場合）は、ある程度の密度のプラズマを生成することができるが、ガスの圧力が低い場合（例えば、30 mTorr 以下の場合）、プラズマの生成効率が低下する。

【0073】

これに対し、本実施の形態では、平板電極15によって形成される高周波電場と永久磁石17, 18によって形成される磁場との相互作用によってプラズマが形成される。

【0074】

この場合、永久磁石17, 18によって形成される磁力線Bが平行平板電極に交叉しないようになっている。これにより、高エネルギー電子が磁力線Bに効率的にトラップされる。その結果、ガスの圧力が低い場合でも（例えば、1 mTorr）の場合でも、プラズマ生成領域Rの中央部で高い密度のプラズマを生成す

ることができる。

【0075】

以上詳述した本実施の形態によれば、次のような効果を得ることができる。

【0076】

(1) まず、本実施の形態によれば、放電用電極14に供給される高周波電力の大きさと平板電極15に供給される高周波電力の大きさを制御するようにしたので、第1、第2のプラズマの密度を制御することができるとともに、放電用電極14の半径方向のプラズマ密度の分布を制御することができる。これにより、ガスの圧力が低い場合であっても、プラズマ生成領域Rの周辺部から中央部に亘って全体的に高密度でかつ密度分布が均一なプラズマを生成することができる。

【0077】

これに対し、上述した文献2に記載されたプラズマ生成装置では、上記のごとく、放電用電極に供給される高周波電力の大きさと平行平板電極に供給される高周波電力の大きさを制御することができない。これにより、このプラズマ生成装置では、プラズマ生成領域Rの周辺部から中央部に亘って全体的に高密度でかつ密度分布が均一なプラズマを生成することができない。

【0078】

ちなみに、この文献2記載のプラズマ生成装置の提案段階では、平板電極の電位を共鳴回路を用いて振動させた場合、プラズマの生成効率が上昇する原理が未解明の状態であり、磁力線と平板電極の電位変動との関係、磁力線の位置と平行平板電極の位置との関係が明らかにされていない。したがって、この文献2記載のプラズマ生成装置から、平板電極15、16に印加する高周波電力の大きさを制御することによりプラズマ密度の分布を制御することが着想することは困難である。

【0079】

(2) また、本実施の形態によれば、永久磁石17、18により形成される磁力線Bが平板電極15や平板電極16に交叉しないようにしたので、高エネルギー電子を効率的にトラップすることができる。これにより、ガスの圧力が低い場

合であっても、プラズマ生成領域Rの中央部でのプラズマ密度を高めることができる。

【0080】

ちなみに、本実施の形態の場合、放電用電極に印加する高周波電力の大きさが同じとした場合、上述した文献1に記載される装置に比べ、プラズマ密度を1桁高めることができることが実験により確かめられている。

【0081】

(3) また、本実施の形態によれば、上述した(1)、(2)の効果より、ガスの圧力が低い場合であっても、広い範囲に亘って高密度でかつ密度分布が均一なプラズマを生成することができる。

【0082】

(4) また、本実施の形態によれば、2つの高周波電力の大きさを制御する場合、2つの高周波電力の比が予め定めた比となるように制御するので、作業者が一方の高周波電力の大きさを指定することにより、他方の高周波電力の大きさを自動的に補正することができる。これにより、高周波電力の大きさを指定する場合の作業者の負担を軽減することができる。

【0083】

図2は、本発明の第2の実施の形態の構成を示す側断面図である。なお、図2において、先の図1とほぼ同一機能を果たす部分には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【0084】

先の実施の形態では、平行平板電極に高周波電力を供給する場合、サセプタとして利用される平板電極15に供給する場合を説明した。これに対し、本実施の形態では、図2に示すように、シャワー板として利用される平板電極16に供給し、サセプタとして利用される平板電極15は接地するようにしたものである。

【0085】

このような構成によれば、先の実施の形態とほぼ同じ効果を得ることができるとともに、さらに、基板表面のシース電圧を低くすることができるので、基板の損傷を低減することができる。

【0086】

以上、本発明の2つの実施の形態を詳細に説明したが、本発明は上述したような実施の形態に限定されるものではない。

【0087】

(1) 例えば、先の第2の実施の形態では、平板電極15を接地する場合を説明した。しかしながら、本発明では、これを電氣的にフローティング状態に設定するようにしてもよい。このような構成によれば、基板表面のシース電圧をさらに小さくすることができるので、基板の損傷をなくすることができる。

【0088】

(2) また、先の第1、第2の実施の形態では、放電用電極14と平板電極15、17との放電電極14の中心軸X方向の距離を固定する場合を説明した。しかしながら、本発明は、この距離の調整手段を設け、この距離を調整することができるようにしてもよい。

【0089】

このような構成によれば、放電用電極14と平板電極15、16との距離を調整することにより、永久磁石17、18により形成される磁力線Bと平行平板電極との交叉数を制御することができる。これにより、この距離を調整することにより、第2のプラズマの密度を制御することができる。その結果、例えば、何らかの原因で平行平板電極に供給する高周波電力の大きさを制御するだけでは、第2のプラズマの密度を制御しきれないような場合に容易に対処することができる。

【0090】

(3) このほかにも、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で種々様々変形実施可能なことは勿論である。

【0091】

【発明の効果】

以上詳述したように請求項1記載のプラズマ生成装置によれば、放電用電極に供給される高周波電力の大きさと平行平板電極に供給される高周波電力の大きさを制御するようにしたので、放電用電極と磁力線形成手段とにより形成される

プラズマ（第1のプラズマ）の密度と平行平板電極と磁力線形成手段とにより形成されるプラズマ（第2のプラズマ）の密度とを制御することができるとともに、放電用電極の半径方向のプラズマ密度の分布を制御することができる。これにより、ガスの圧力が低い場合であっても、プラズマ生成領域の周辺部から中央部に亘って全体的に高密度でかつ密度分布が均一なプラズマを生成することができる。

【0092】

また、この請求項1記載のプラズマ生成装置によれば、磁力線形成手段により形成される磁力線が平行平板電極と交叉しないようにしたので、電子を効率的にトラップすることができる。これにより、ガスの圧力が低い場合であっても、プラズマ生成領域の中央部でのプラズマ密度を高めることができる。

【0093】

以上から、請求項1記載のプラズマ生成装置によれば、ガスの圧力が低い場合であっても、広い範囲に亘って高密度でかつ密度分布が均一なプラズマを生成することができる。

【0094】

また、請求項2記載のプラズマ生成装置によれば、2つの高周波電力の大きさを制御する場合、2つの高周波電力の比が予め定めた比となるように制御するので、高周波電力の大きさを制御する場合の作業者の負担を軽減することができる。

【0095】

また、請求項3記載のプラズマ生成装置によれば、放電電極と平板電極との放電局の中心軸方向の距離を調整することができるようにしたので、平行平板電極に供給する高周波電力の大きさを制御するだけでは、第2のプラズマの密度を制御しきれないような場合に容易に対処することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態の構成を示す側断面図である。

【図2】

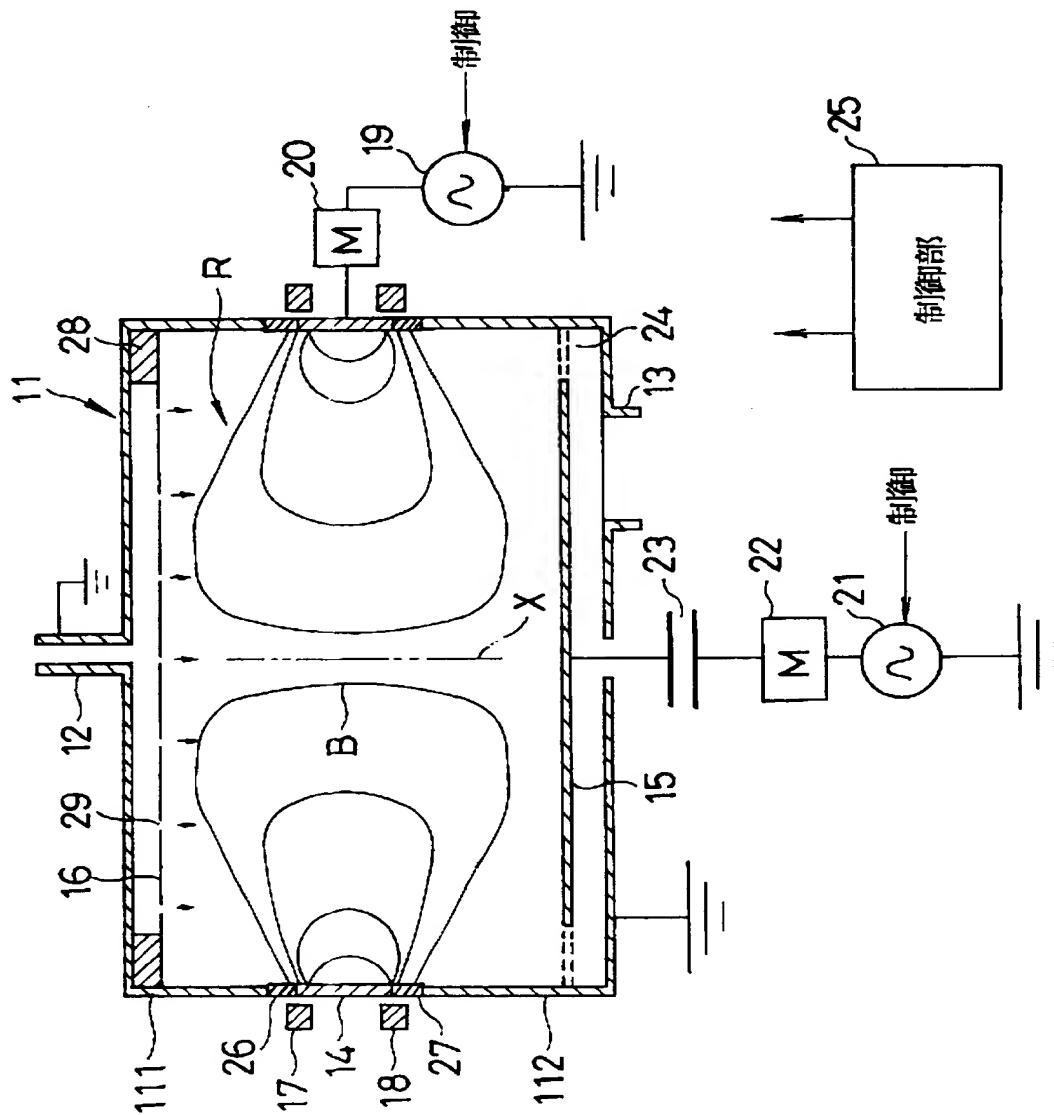
本発明の第2の実施の形態の構成を示す側断面図である。

【符号の説明】

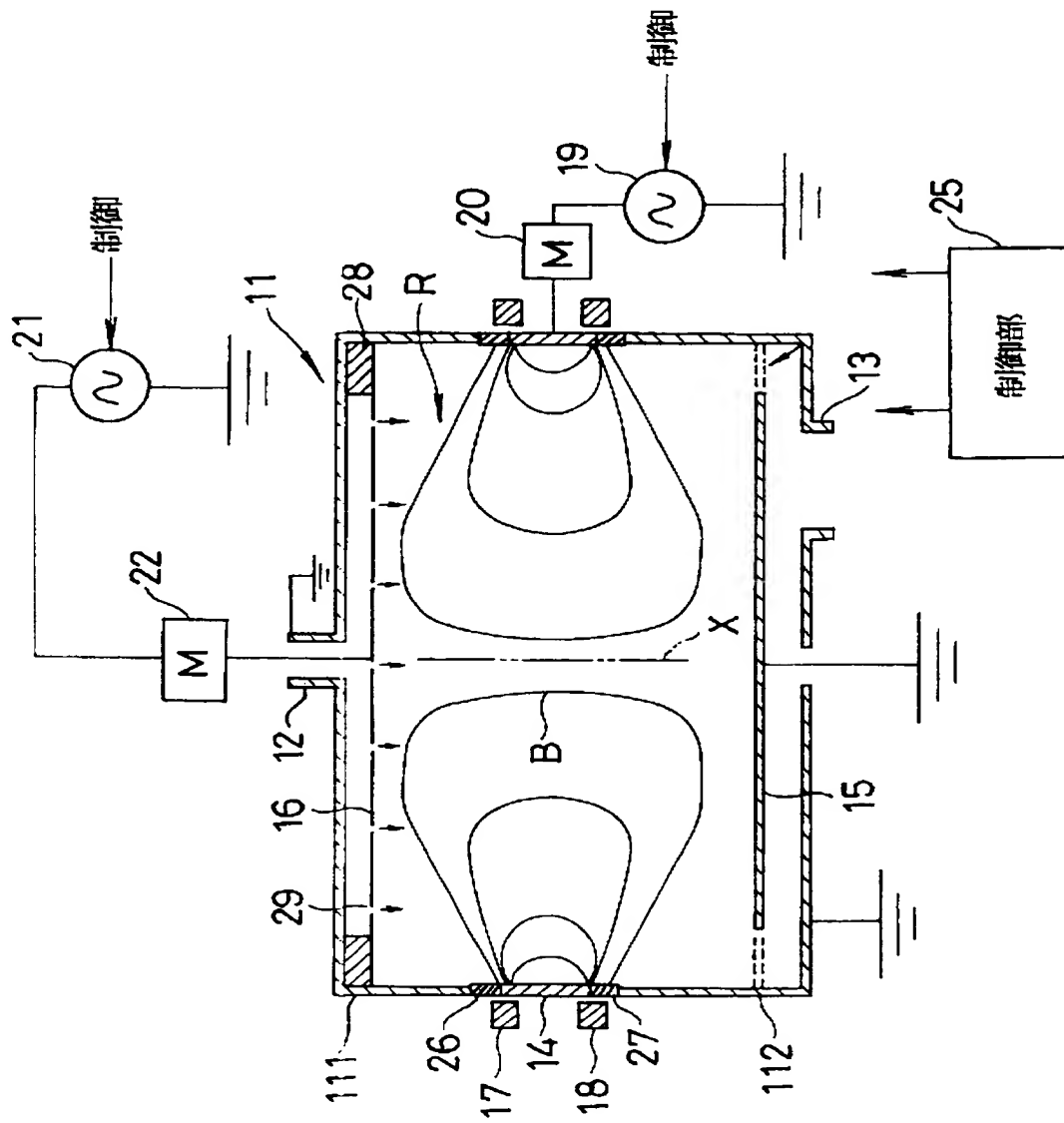
11…真空容器、12…ガス導入部、13…排気部、14…放電用電極、15
、16…平板電極、17、18…永久磁石、19、21…高周波発振器、20、
22…整合回路、23…ブロッキングコンデンサ、24…遮蔽部、25…制御部
、26、27、28…絶縁体、29…ガス分散孔。

【書類名】 図面

【図 1】



【図2】



【書類名】* 要約書

【要約】

【課題】 ガスの圧力が低い場合でも、広い範囲に亘って高密度で密度分布が均一なプラズマを生成することができるようにする。

【解決手段】 プラズマ生成装置は、プラズマ生成領域Rに磁力線Bを形成する2つの永久磁石17, 18を有する。磁力線Bは、平行平板電極と交叉することなく、かつ、放電用電極14の中心軸にほぼ平行な部分の長さがこの中心軸に近づくほど長くなるように設定されている。また、このプラズマ生成装置は、例えば、作業者の操作に従って高周波発振器19, 21からそれぞれ放電用電極14と平板電極15とに供給される高周波電力の大きさを制御する制御部25を有する。この制御部25は、2つの高周波電力の大きさを制御する場合、両者の比が常に予め定めた比となるように制御する。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000001122
【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目14番20号
【氏名又は名称】 国際電気株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 590000891
【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区花壇4番17-113
【氏名又は名称】 佐藤 徳芳

【代理人】

申請人

【識別番号】 100090136
【住所又は居所】 東京都豊島区東池袋1丁目47番12号 東光ビル
1号館5階
【氏名又は名称】 油井 透

【選任した代理人】

【識別番号】 100091362
【住所又は居所】 東京都豊島区東池袋1丁目47番12号 東光ビル
1号館5階
【氏名又は名称】 阿仁屋 節雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001122]

1. 変更年月日 1993年11月 1日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都中野区東中野三丁目14番20号

氏 名 国際電気株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [590000891]

1. 変更年月日 1990年12月 7日
[変更理由] 新規登録
住 所 宮城県仙台市青葉区花壇4番17-110
氏 名 佐藤 徳芳
2. 変更年月日 1997年 9月12日
[変更理由] 住所変更
住 所 宮城県仙台市青葉区花壇4番17-113
氏 名 佐藤 徳芳